

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 15:53:29
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

для студентов направления подготовки /специальности

10.03.01 Информационная безопасность, Безопасность компьютерных систем

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

№ п/п	Содержание	Стр.
	Введение	
1.	Цель и задачи изучения дисциплины	
2.	Оборудование и материалы	
3.	Наименование лабораторных работ	
4.	Содержание лабораторных работ	
4.1	Лабораторная работа №1. Исследование сложных цепей постоянного тока	
4.2	Лабораторная работа №2. Последовательное соединение активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Резонанс напряжений	
4.3	Лабораторная работа №3. Электрическая цепь синусоидального тока при параллельном включении активного и реактивных сопротивлений.	
4.4	Лабораторная работа №4. Исследование трехфазной системы при соединении потребителей звездой	
4.5	Лабораторная работа №5. Исследование линейной электрической цепи при периодическом несинусоидальном напряжении	
4.6	Лабораторная работа №6. Исследование линейной электрической цепи при периодическом несинусоидальном напряжении	
4.7	Лабораторная работа №7. Исследование переходных процессов в цепи с ёмкостью	
4.8	Лабораторная работа №8. Переходные процессы в R-L-C контуре	
4.9	Лабораторная работа №9. Испытание однофазного трансформатора	
4.10	Лабораторная работа №10. Испытание двигателей постоянного тока	
4.11	Лабораторная работа №11. Испытание трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором	
4.11.1	Часть 1. Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	
4.11.2	Часть 2. Пуск в ход трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором с регистрацией и отображением	

короткозамкнутым ротором

- 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
- 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины
- 5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
- 5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Приложения

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Целью работы в лаборатории является углубление и закрепление приобретенных теоретических знаний путем экспериментальной проверки теоретических положений, а также знакомство с электронными компонентами, оборудованием, измерительными приборами и аппаратурой, используемыми в лаборатории.

В результате выполнения лабораторных работ студенты должны приобрести умения и навыки по сборке и исследованию электронных схем и приборов, измерениям электрических величин. Тематика лабораторных работ полностью соответствует содержанию основных разделов курса, изучаемого в высших технических учебных заведениях. В предлагаемом учебном пособии описано одиннадцать лабораторных работ. В описании каждой лабораторной работы сформулирована ее цель, изложены основные теоретические положения, описана схема установки для проведения экспериментального исследования, даны рекомендации по проведению опытов и обработке результатов измерений, а также контрольные вопросы.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электротехника» является приобретение обучающимися общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области современной электротехники необходимых для успешной профессиональной деятельности специалистов.

Задачами изучения дисциплины «Электротехника» являются: научить студентов:

- освоение студентами общей методики построения схемных и математических моделей электрических цепей;
- изучение современных методов алгоритмизации решения основных электротехнических задач;
- ознакомление студентов с основными свойствами типовых электронных цепей при характерных внешних воздействиях;
- выработка практических навыков аналитического, численного и экспериментального исследования характеристик цепей и основных процессов, происходящих в них.

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства:

- Комплект типового лабораторного оборудования «Электротехнические машины»
- Комплект типового лабораторного оборудования «Теоретические основы электротехники»
- Учебный стенд «Теория электрических цепей и основы электротехники»

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения. Переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

3. Наименование лабораторных работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
3 семестр			
1	Исследование цепи постоянного тока. Получение практических навыков и сборки схем для экспериментальной проверки и расчета	3	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	Закрепление методики расчёта переходных процессов классическим методом в цепях, содержащих индуктивность, практическая проверка результатов расчёта.		
8	Лабораторная работа № 8. Переходные процессы в R-L-C контуре. Исследовать переходные процессы в электрической цепи, состоящей из последовательно включённых активного сопротивления, индуктивности и ёмкости, определить зависимость характера переходного процесса от соотношения величины параметров элементов схемы.	1,5	
9	Лабораторная работа № 9. Испытание однофазного трансформатора. Ознакомиться с конструкцией, методами испытания и определения характеристик трансформаторов.	1,5	
10	Лабораторная работа № 10. Испытание двигателей постоянного тока. Ознакомиться с конструкцией, методами испытания и определения характеристик двигателей постоянного тока.	1,5	
11	Лабораторная работа № 11. Испытание трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Ознакомиться с конструкцией, методами пуска и характеристиками асинхронного электродвигателя	3	
	Итого за 3 семестр:	27	
	Итого:	27	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

4. Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Исследование сложных цепей постоянного тока

Цель работы: Получить практические навыки сборки схем для экспериментальной проверки и расчета цепей постоянного тока с использованием закона Ома, первого и второго законов Кирхгофа.

Основы теории:

Сложной цепью постоянного тока называют электрическую цепь, состоящую из нескольких сопротивлений и источников напряжения, соединенных между собой тем или иным способом.

Узлом электрической цепи называется место соединения трех и более ветвей цепи.

При наличии в схеме n таких узлов можно составить $(n-1)$ уравнений согласно первому закону Кирхгофа. В соответствии с этим законом сумма токов, подходящих к узлу, равна сумме токов, отходящих от узла, или алгебраическая сумма всех токов в узле равна нулю, т.е. $\sum I = 0$. При этом необходимо токи, подходящие к узлу, записывать в уравнение с одним знаком (например «+»), а токи, отходящие от узла – с противоположным знаком.

При последовательном соединении нескольких сопротивлений (рис. 1.1 а) общее сопротивление участка равно сумме всех сопротивлений на этом участке:

$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_3$. Ток на участке цепи с несколькими последовательно соединенными сопротивлениями будет равен (по закону Ома):

$$I = \frac{U}{R_{\Sigma}}$$

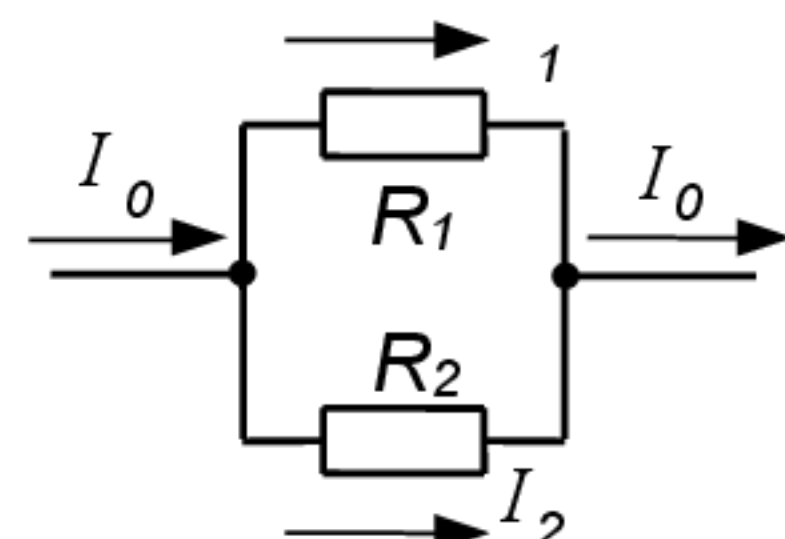
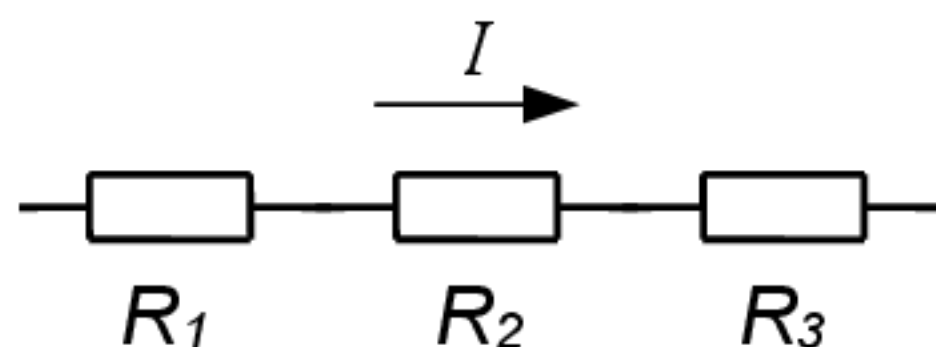


Рисунок 1.1 – Последовательное (а) и параллельное (б) соединение сопротивлений

$$E_1 = I_2 R_2 + I_3 R_3$$

3. Для контура $abcdefa$, совершая обход по часовой стрелке, получим:

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$$

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Подобрать приборы, необходимые для выполнения работы, ознакомиться с ними и записать технические данные источников э.д.с., реостатов, измерительных приборов.
2. Собрать схему для проверки первого закона Кирхгофа (рис.1.2). Установить максимальные значения сопротивлений реостатов и измерить после замыкания ключа $Kл1$ токи в параллельных ветвях и общий ток цепи I_0 . Результаты измерений занести в таблицу 1.1.

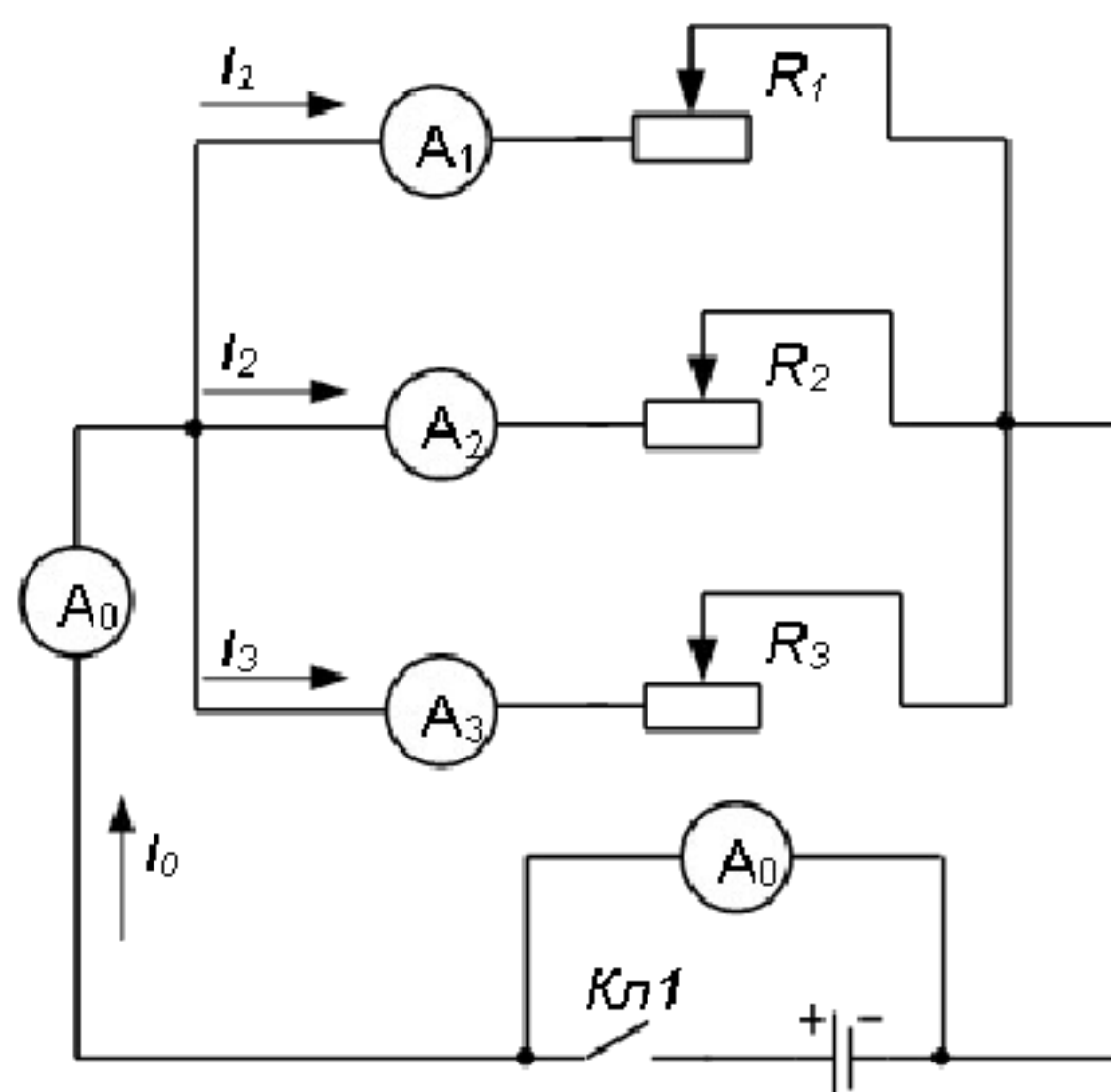


Рисунок 1.2 – Схема для проверки первого закона Кирхгофа

В опыте 1.2 следует передвинуть ползунки реостатов произвольно, наблюдая, чтобы стрелки амперметров не зашкаливали.

Таблица 1.1 – Результаты измерений и вычислений

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022							Результаты вычислений				
Обознач.	I_0	I_1	I_2	I_3	U		R_1	R_2	R_3	R_x	γ_0

Ед. изм.	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	%
Опыт 1										
Опыт 2										
Опыт 3										

По закону Ома вычислить сопротивление каждого реостата и эквивалентное сопротивление схемы R_{Σ} . Вычислить относительную погрешность измерений $\gamma_0 \%$ по формуле:

$$\gamma = \frac{I_0 - (I_1 + I_2 + I_3)}{I_0} \cdot 100\%$$

3. Собрать схему (рис. 1.3) для проверки второго закона Кирхгофа.

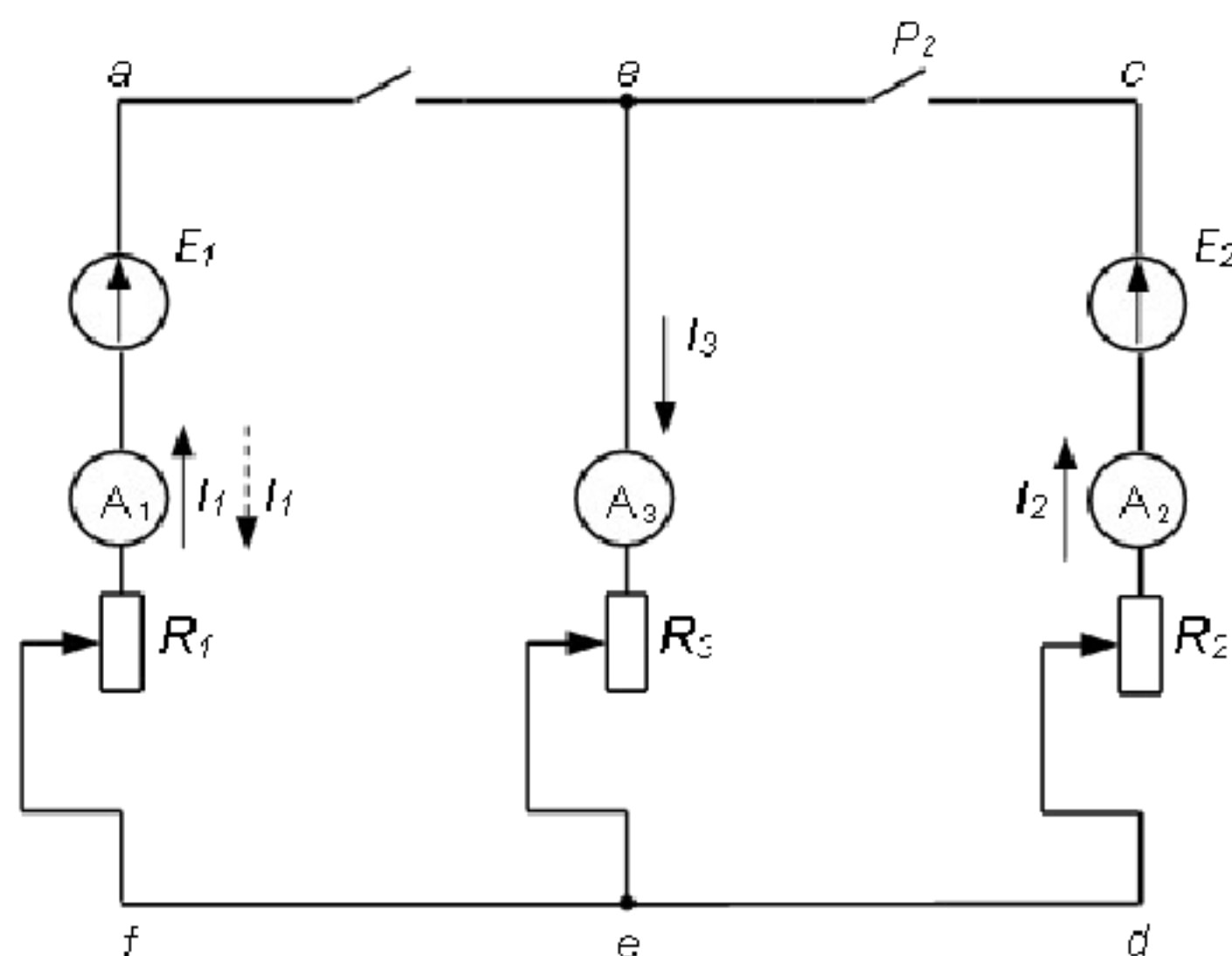


Рисунок 1.3 – Схема для проверки второго закона Кирхгофа

При разомкнутых рубильниках P_1 и P_2 измерить вольтметром величины э.д.с. каждого аккумулятора. Сопротивления реостатов R_1 , R_2 и R_3 измерить омметром. Токи на отдельных участках цепи измерить для трех случаев:

Опыт 1 – рубильник P_1 замкнут, P_2 – разомкнут.

Опыт 2 – рубильник P_2 замкнут, P_1 – разомкнут.

Опыт 3 – оба рубильника P_1 и P_2 замкнуты.

Результаты измерений и известные величины внутренних сопротивлений источников э.д.с. r_{01} и r_{02} занести в таблицу 2.

Таблица 1.2 – Результаты измерений и вычислений

№	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬ
---	--

	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>B</i>	%
Опыт 1															
Опыт 2															
Опыт 3															

По результатам измерений и вычислений сделать вывод о применимости второго закона Кирхгофа для расчета цепей постоянного тока.

Вычислить относительную погрешность для каждого из трех опытов

$$\gamma_0 = \frac{\sum E - \sum IR}{\sum E} \cdot 100\%$$

Для одного из контуров проверить баланс мощностей:

$$\sum EI = \sum I^2 R + \sum I^2 r_0$$

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какова физическая сущность первого и второго законов Кирхгофа?
2. Математическое выражение первого и второго законов Кирхгофа.
3. Что называется источником э.д.с.?
4. В чем сущность баланса мощностей?
5. Что называется узлом электрической цепи?
6. Как выбирают направления обхода контуров?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.0	

Лабораторная работа №2. Последовательное соединение активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Резонанс напряжений

Цель работы: Опытная проверка основных соотношений для последовательной цепи переменного тока, обладающей активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями.

Основы теории:

Пусть в цепь переменного тока с частотой $f = 50 \text{ Гц}$ включена катушка, обладающая индуктивностью L и активным сопротивлением r (рис. 2.1).

При протекании по катушке переменного тока i_L в пространстве, окружающем витки, будет создаваться магнитный поток Φ и потокосцепление с витками катушки:

$$\psi = w \cdot \Phi$$

где w – число витков катушки.

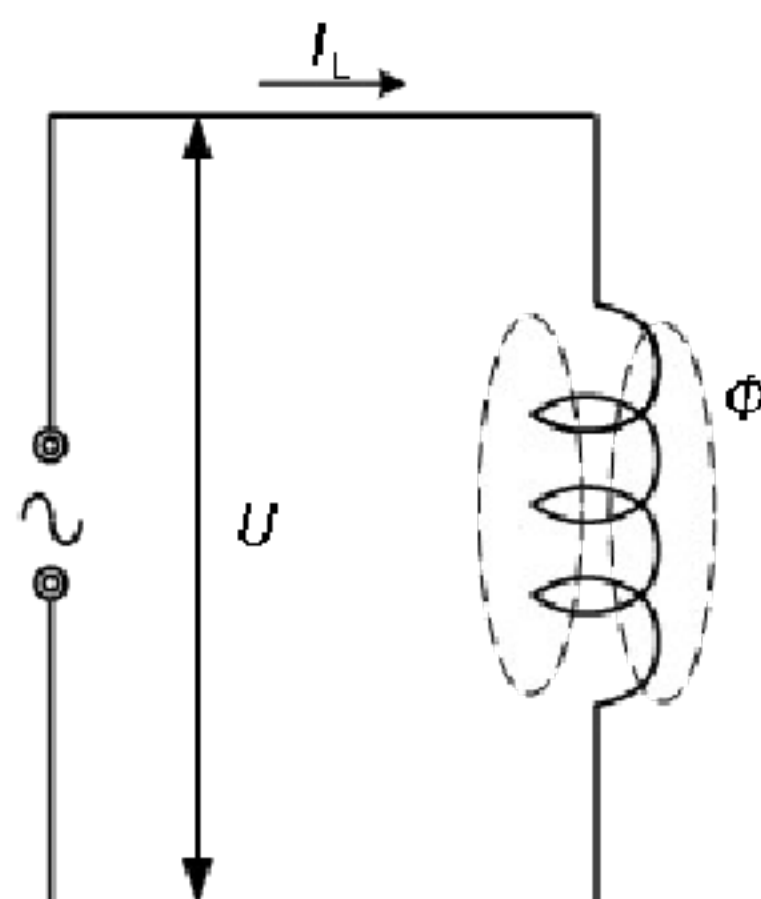
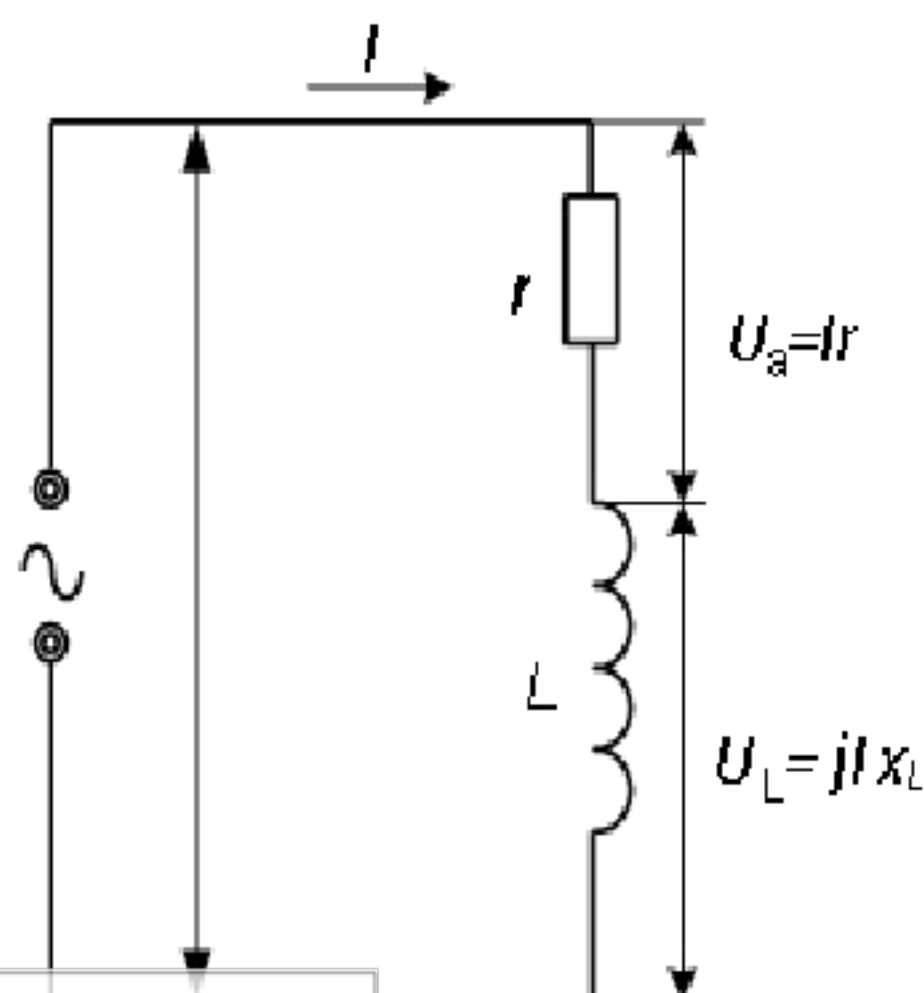


Рисунок 2.1 – Схема с индуктивностью



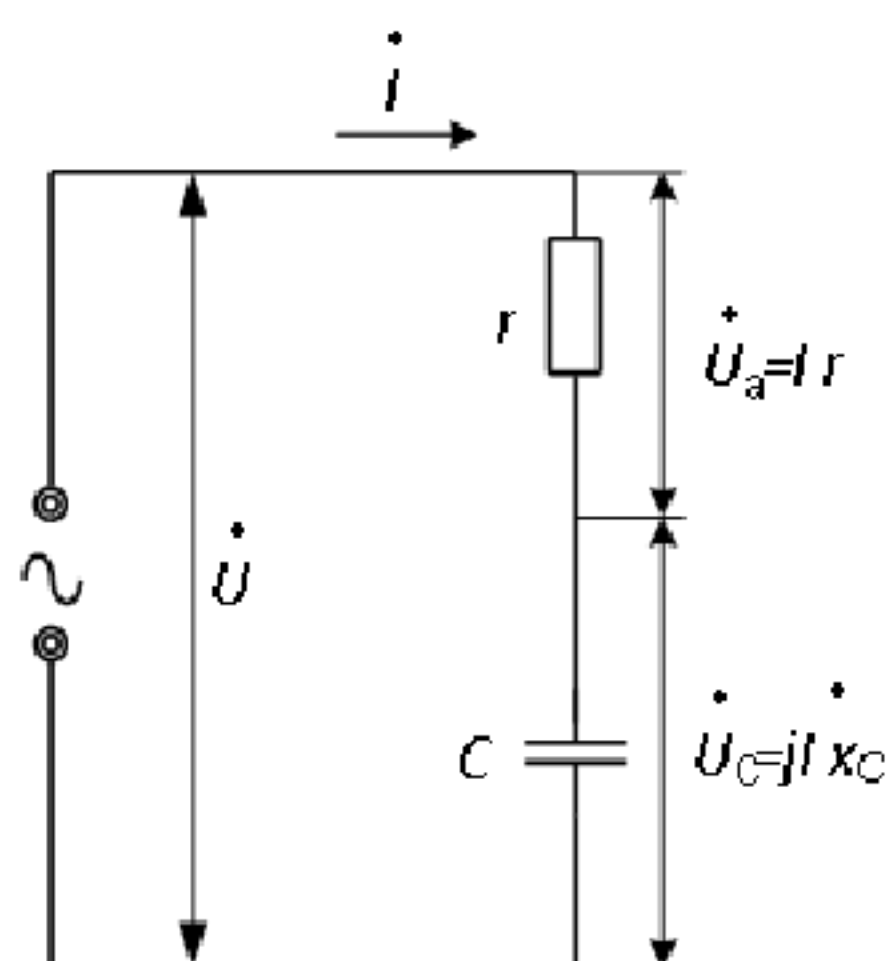


Рисунок 2.5 – Последовательное соединение R и C

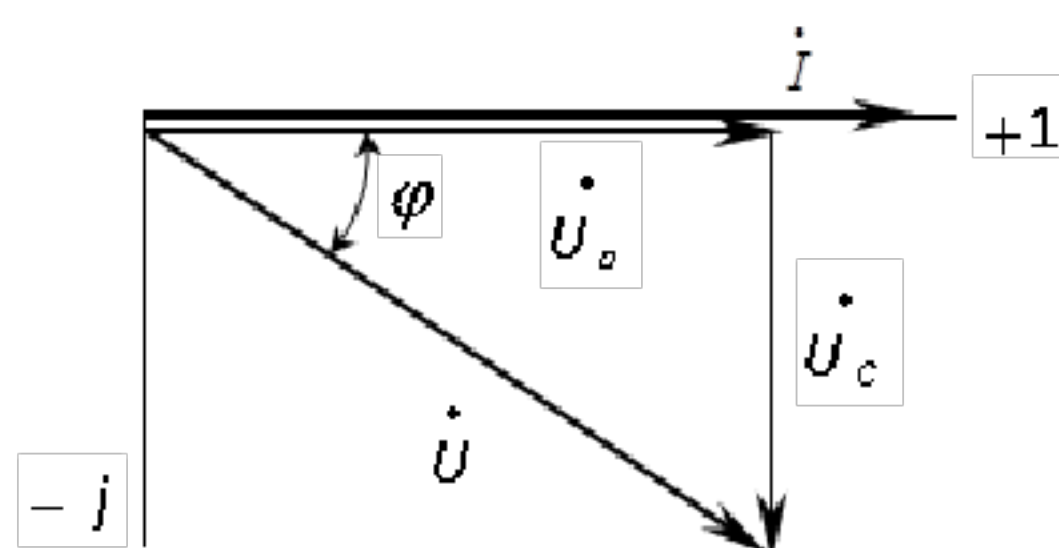


Рисунок 2.6 – Векторная диаграмма для последовательного соединения R и C

При этом необходимо иметь в виду, что вектор напряжения $\overset{\cdot}{U}_C$ отстает от тока $\overset{\cdot}{I}$ на 90° (рис 2.6).

Из треугольника OAB на рисунке 6 имеем:

$$U^2 = U_a^2 + U_C^2$$

или

$$U^2 = (Ir)^2 + \left(\frac{I}{\omega C}\right)^2 = I^2 \left(r^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}\right)$$

Извлекая квадратный корень из обеих частей, получим:

$$U = I \cdot \sqrt{r^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

откуда

$$I = \frac{U}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + x_C^2}}$$

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под индуктивностью и как она определяется?
2. Как и почему изменяется индуктивность при введении в катушку стального сердечника?
3. Что понимают под емкостью и как она определяется?
4. Что называют угловой частотой ω ?
5. По каким формулам определяют r , x_L , x_C и z цепи переменного тока?
6. Каковы основные соотношения и векторные диаграммы в цепях с активной, индуктивной и емкостной нагрузкой?
7. При каких условиях возникает резонанс напряжений?
8. Чему равен коэффициент мощности $\cos \varphi$ при различных условиях и как он определяется?

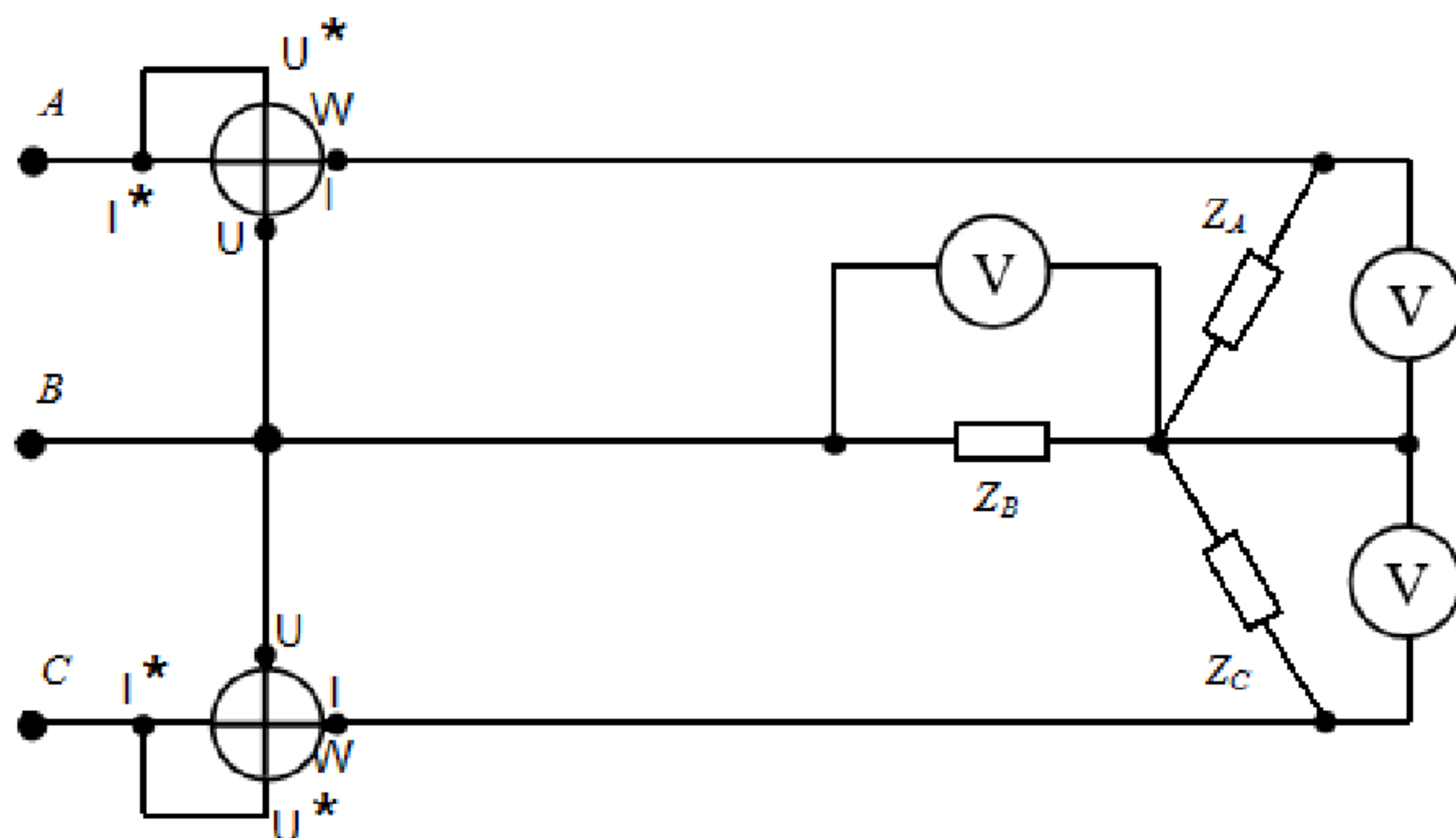


Рисунок 4.11 – Схема для исследования трехпроводной трехфазной цепи при соединении звездой

Показания приборов записать в таблицу 4.1.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

